



**DLR**

**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt**  
German Aerospace Center

## Praxisbericht 2

vom Zeitraum 21.01.2013-08.03.2013

Erstellt von: Thomas Schuster

Betreuer Hochschule: Kasikci, Ismail Prof. Dr. SG

Betreuer Betrieb: Dipl.-Ing. Alexander Bauder

## **Erklärung**

Ich versichere hiermit wahrheitsgemäß, den Praxisbericht bis auf die dem Betreuungsdozenten bereits bekannte Hilfe selbstständig angefertigt, alle benutzten Hilfsmittel vollständig und genau angegeben und alles kenntlich gemacht zu haben, was aus Arbeiten anderer unverändert oder mit Abänderung entnommen wurde.

Biberach, den 15. Februar 2013

Thomas Schuster

## **Inhaltsverzeichnis**

1	Informationen zum Institut.....	4
2	Aufgabenstellung .....	5
3	Gegebenheiten .....	5
4	Vorgehensweise .....	6
5	Varianten .....	6
6	Material.....	7
	6.1 Verwendete Bauteile .....	7
	6.2 Anordnung der Batterieeinzelprüfplätze.....	9
7	Montage der Komponenten.....	9
	7.1 Äußere Installationen .....	9
	7.2 Innere Installationen .....	11
8	Kontrollversuch .....	13
9	Fazit/Danksagung .....	15

# **1 Informationen zum Institut**

**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)**  
**DLR-Standort Stuttgart**  
**Pfaffenwaldring 38-40**  
**70569**

**Institut für Technische Thermodynamik**  
**Abteilung: Elektrochemische Energietechnik**  
**Fachgruppe: Batterietechnik**

## 2 Aufgabenstellung

Die Primäraufgabe des Praktikums ist es, acht funktionierende Batterieeinzelprüfplätze in einen Klimaschrank zu installieren. Die Führung der Stromkabel sowie die Temperatur und Spannungsmesskabel sind auszulegen und ordnungsgemäß, sicher anzuschließen. Bei Fertigstellung der Umbauarbeiten des Klimaschranks ist ein Test durchzuführen bei dem die Funktionalität der Batterieeinzelprüfplätze aufgezeichnet und geprüft wird.

Es werden für die Spannungs- und, Temperaturmessung 0,125mm<sup>2</sup> Ø kupferverzinnte Kabel benutzt.

Die Stromzuführungskabel und deren Verbindungen müssen auf eine Stromstärke von 50 Ampere ausgelegt werden.

Es sollen mehrere Verlegungsarten verglichen werden. Der Fokus ist auf eine hohe Adaptivität und Zuverlässigkeit gerichtet.

Dabei wird zwischen Durchführungen, Steck, Lötverbindungssteckern und Kabelschuhen verglichen.

## 3 Gegebenheiten

Ein Klimaschrank(Weiss- WK 340) ist bereits vorhanden und hat einen unbenutzten Abdichtungsstutzen (125mm Ø). Temperatur und Spannungsmesskabel sind in einem Bündelschlauch 5X 1mm<sup>2</sup> bis zu den seitlichen Abdichtungsstutzen verlegt. Die Stromkabel sind in einem Bündelschlauch 5X 10mm<sup>2</sup> bis zu den seitlichen Abdichtungsstößen verlegt. Die grüngelben Erdungskabel werden nicht verwendet.

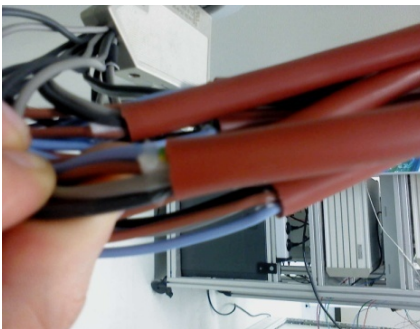


Abbildung 3: Spannungs-(braun, blau) und Temperaturmesskabelbündel(grau, schwarz)

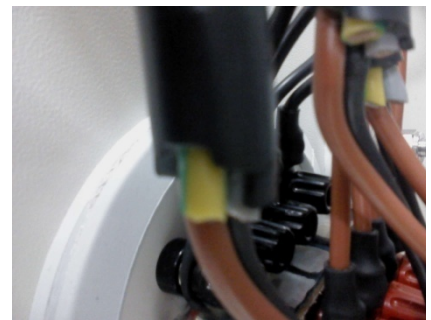


Abbildung 1: Stromkabelbündel



Abbildung 2: Äußere Kabelführung

## 4 Vorgehensweise

Es sind verschiedene Varianten von Verlegungsarten zu planen und zu vergleichen.

Bei Abstimmung mit dem Betreuer, ist eine Variante zu wählen und auszuführen.

Fehlende Stecker, Buchsen, Kabelschuhe und sonstiges Zubehör sind aus Katalogen rauszusuchen und zu bestellen.

Sonderbauformen sind zu planen(zeichnerisch) und zu fertigen.

Die vorhandenen Kabel sind in den Klimaschrank zu verlegen und dort an die Batterie-einzelprüfplätze anzuschließen.

Es ist ein Test durchzuführen um die Funktionalität zu gewährleisten.

Auftretende Probleme sind zu beheben.

## 5 Varianten

Verschiedene Verlegungs-Varianten wurden auf Funktionalität und Abmaße gegenüber gestellt.

Tabelle 1: Variantenauswertung

Kabelart/ Verbindungsart	Variabilität	Sicherheit	Zum KabelØ geeignet	Platzbedarf
Stromkabel Durchgezogen	--	++	++	+
Stromkabel mit PolklemmeSchrauben und Schuhstecker	++	-	++	-
Stromkabel mit PolklemmeSchrauben und isolierten Schuhsteckern	++	++	++	
Spannungsmessleitung Durchgezogen	--	++	++	+
Spannungsmessleitung mit Schuhbuchsen und Schuhstecker	-	-	-	--
Spannungsmessleitung mit Sicherheits-Laborstecker	++	++	++	++
Temperaturmessungsleitung mit Sicherheits-Laborstecker	++	++	++	--
Temperaturmessungsleitung mit D-Substecker und Buchse	++	++	++	++

## 6 Material

Die Bauteilinformationen wurden aus dem Internetkatalog von Conrad Electronic SE entnommen.

### 6.1 Verwendete Bauteile

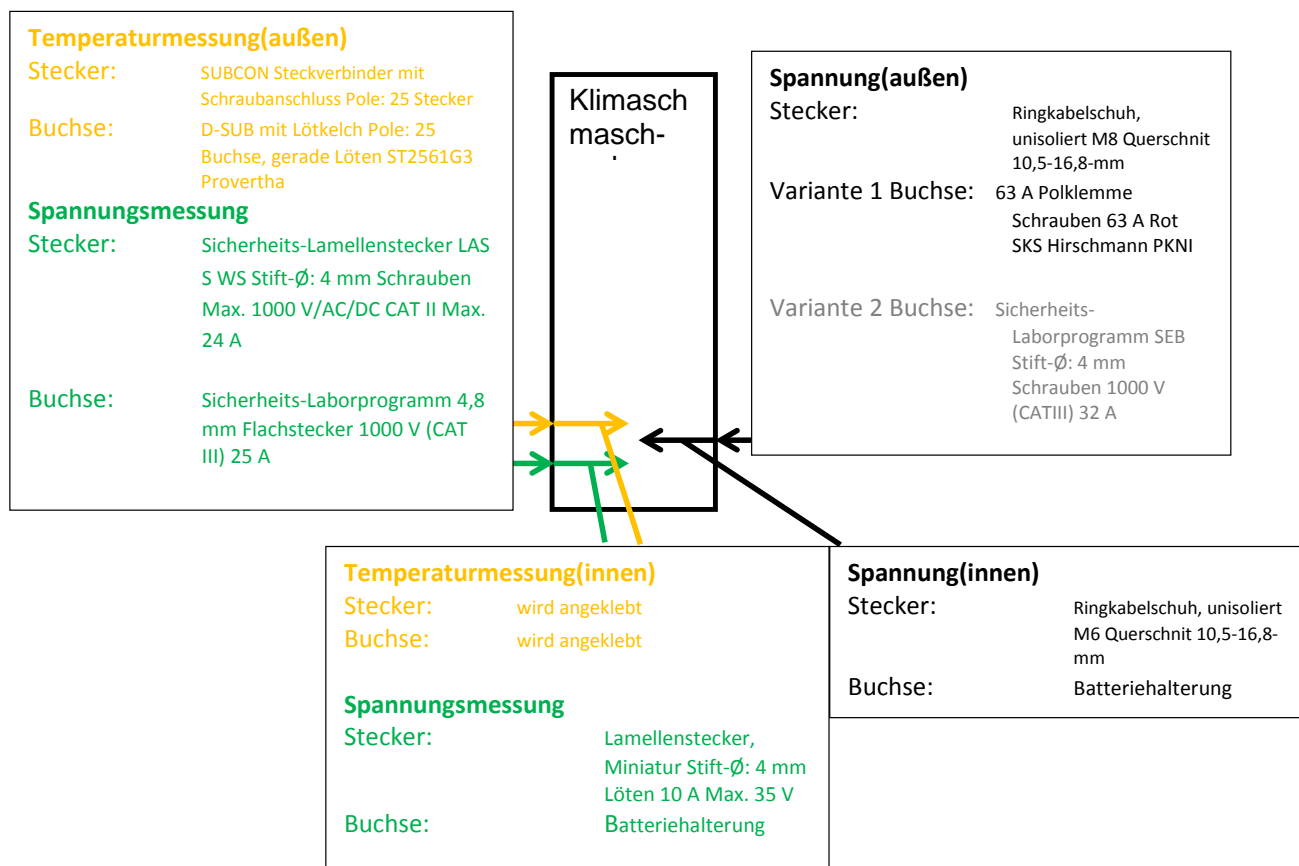


Diagramm 1: Fertigungsschema

Tabelle 2: Verbaute Bauteile

Bauteil	Anzahl	Bestellnr.	Einzelpreis [€]	Gesamtpreis [€]
Sicherheits-Lamellenstecker -Ø: 4 mm grün	16	730968	1,01	16,16
Sicherheits-Lamellenstecker -Ø: 4 mm blau	16	73503962	0,99	15,84
Sicherheits-Laborprogramm 4,8 mm Flachst blau	8	734920	1,42	11,36
Sicherheits-Laborprogramm 4,8 mm Flachst grün	8	734947	1,42	11,36
63 A Polklemme Schrauben 63 A Schwarz SK	8	737934	3,52	35,2
63 A Polklemme Schrauben 63 A Rot SKS Hi	8	737947	3,52	35,2
D-SUB mit Lötkehl Pole: 25 Buchse, gera	1	746580	3,42	3,42
Kabel-Durchführungs-Tülle Schwarz (A x B x	16	526940	0,11	2,20

C x D) mm 6 x 8 x 12 x 1,5				
Ringkabelschuh, unisoliert M6 Querschnitt 10,5-16,8-mm	16	732777	1,27	25,40
Ringkabelschuh, unisoliert M8 Querschnitt 10,5-16,8-mm	16	732790	0,84	16,8
Abdichtstopfen Ø:125	1	XXXX	Bestand()	Bestand()
Abdichtstopfen Ø:80	1	64444229	76,50	76,50
Abdichtstopfen Ø:50	1	64444228	67,70	67,70
SUBCON Steckverbinder mit Schraubanschluss Pole: 25 Stecker	1	743299	26,6	26,6
Temperatursensor TS-NTC Hygrosens -60-+150°C, 5kΩ	8	502358	2,71	21,68

365,42

## Kabelverbrauch

Verwendete Kabellängen wurden nach Position und mit Sicherheitspuffer abgeschätzt.

Tabelle 3: Kabellängen

Kabelart	Kabelnr.	Kabel [mm²]	Ø	Länge mm	Ausführung; Länge -X mm Unterschied <sup>1</sup>
Temperaturmessung	1	0,25		1030	Blau, Gelb; 0
Temperaturmessung	2	0,25		930	Blau, Gelb; 0
Temperaturmessung	3	0,25		740	Blau, Gelb; 0
Temperaturmessung	4	0,25		850	Blau, Gelb; 0
Temperaturmessung	5	0,25		1280	Blau, Gelb; 0
Temperaturmessung	6	0,25		1180	Blau, Gelb; 0
Temperaturmessung	7	0,25		990	Blau, Gelb; 0
Temperaturmessung	8	0,25		1000	Blau, Gelb 0
Spannungsmessung	1	0,25		1090	Blau, Grün; 8
Spannungsmessung	2	0,25		1040	Blau, Grün; 8
Spannungsmessung	3	0,25		790	Blau, Grün; 8
Spannungsmessung	4	0,25		990	Blau, Grün; 8
Spannungsmessung	5	0,25		1340	Blau, Grün; 8
Spannungsmessung	6	0,25		1290	Blau, Grün; 8
Spannungsmessung	7	0,25		1040	Blau, Grün; 8
Spannungsmessung	8	0,25		1240	Blau, Grün; 8
Stromkabel	1	10		1050	Rot; -
Stromkabel	2	10		1200	Rot; -
Stromkabel	3	10		1000	Rot; -
Stromkabel	4	10		1150	Rot; -
Stromkabel	5	10		1300	Rot; -
Stromkabel	6	10		1450	Rot; -
Stromkabel	7	10		1400	Rot; -
Stromkabel	8	10		1300	Rot; -
Stromkabel	1	10		1200	Schwarz; -
Stromkabel	2	10		1350	Schwarz; -
Stromkabel	3	10		1070	Schwarz; -
Stromkabel	4	10		1150	Schwarz; -
Stromkabel	5	10		1450	Schwarz; -
Stromkabel	6	10		1600	Schwarz; -
Stromkabel	7	10		1400	Schwarz; -
Stromkabel	8	10		1300	Schwarz; -

<sup>1</sup> Unterschied von Blau –Pol und Grün +Pol. +Pol ist X länger.



## 6.2 Anordnung der Batterieeinzelprüfplätze

Die Batterieplatzzuordnung wurde von links nach rechts, vorne nach hinten und von unten nach oben aufsteigend festgelegt.

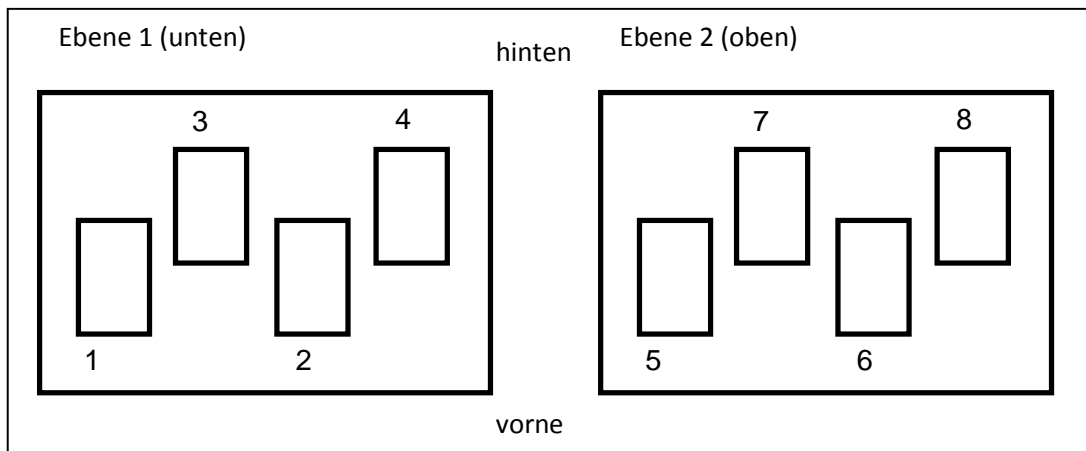


Diagramm 2: Anordnung

## 7 Montage der Komponenten

Die Modifikation des Klimaschranks beinhaltet Installationen im äußeren sowie im inneren Bereich.

### 7.1 Äußere Installationen

#### 7.1.1 Spannungsmessung



Abbildung 5: Sicherheitslaborstecker

Es werden Lamellenstecker, Miniatur Stift-Ø: 4 mm blau, grün an die vorhandenen Spannungsmessleitungen blau und rot (Abbildung 5) angelötet.

Die Buchsen der Sicherheitslaborstecker sind in einer Dichtungsstopfenplatte verschraubt und angeordnet.



Abbildung 6: Spannungsmessbuchsen

Die genaue Anordnung ist in (Abbildung 6) angegeben. Die grüne Farbe steht für den + Pol und die Blaue für den –Pol. Sie haben nach innen einen Lötstutzen der von Flachsteckhülsen bedient wird. Die Flachsteckhülsen sind mit einem Lötstutzen und einer Crimpung an die zu den Batteriehalterungen führenden Spannungsmesskabeln verbunden.



Abbildung 4: Klimaschrank

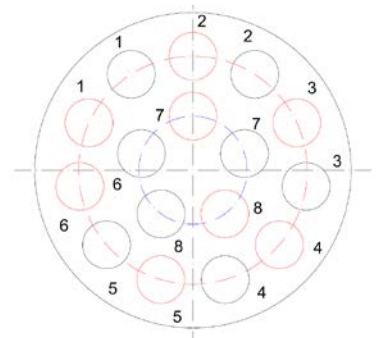


Abbildung 7: Anordnung der Spannungsmesskabel

### 7.1.2 Temperaturmessung

Zudem sind Temperaturmessungskabel an den SUBCON Steckverbinder anzuschließen. Dieser wird in einen D-Sub Buchse 25 Ports eingesteckt. Die zu den Batteriehalterungen führenden Temperaturkabel sind an den ersten 16 Ports der D-Sub Buchse angelötet.



Abbildung 8: Temperaturmess-Anschlüsse

### 7.1.3 Stromkabel

Bestehende Stromkabel werden mit Hilfe von isolierten Ringkabelschuhen an Polklemmen angeschlossen. Zwischen der unteren Schuhseite und der Aufnahme­fläche der Polklemmen ist eine Unterlegscheibe eingefügt. Sie dient der besseren Kontaktierung der Übergangsflächen da die Kabelschuhe mit Schrumpfschlauch isoliert sind. Das bestehende Kabel wurde an den Kabelschuh angecrimpt.



Abbildung 9: Kabelschuh isoliert

Aufgrund von Sicherheits- und Platzproblemen wurde ein Treppenkonstrukt gefertigt das die gegenseitige Berührung der Kabel verhindert und den gegebenen Platz gut ausnutzt. Die ersten 4 Polklemmen sind in die Dichtungsstopfenplatte gefertigt um zu verhindern, dass der Stopfen zu stark nach unten sinkt und damit nicht mehr richtig abdichtet. Die Stopfen beinhalten in ihrem Inneren Steinwolle zur Abdichtung. Das Konstrukt besteht aus 4mm dicken Plexiglas-Scheiben, 2 mm dicken Phenolharzböden die mit Sofortklebstoff zusammengefügt sind. Stromversorgungsleitungen innerhalb des Klimaschranks sind zum Treppenkonstrukt hin mit 90° gebogenen Kabelschuhen angecrimpt. Die Polklemmen sind mit den Kabelschuhen verschraubt. Die unisolierten Kabelschuhe sind mit Plexiglaswänden voneinander abgetrennt.



Abbildung 10: Treppenkonstrukt

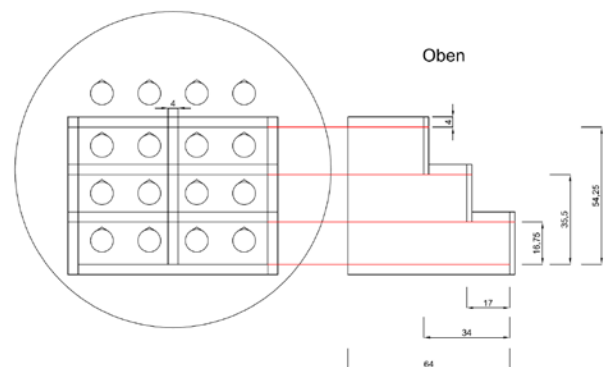


Abbildung 11: Konstruktionszeichnung Treppe

Zum Schutz vor Kabelbeschädigungen durch Abrieb wurden in die Dichtungsstopfenplatte Gummitüllen eingebracht.



Abbildung 12: Einzelbatteriehalterung

## 7.2 Innere Installationen

### 7.2.1 Einzelbatteriehalterung

Bestehende Einzelbatteriehalterungen wurden mit 2 Löchern an dem Item-Profil versehen und mit zwei Schrauben an einem Akrylklotz angeschraubt. Dies dient zur Fixierung der Batteriehalterungen gegen Wegrutschen an den Einschubgittern.

### 7.2.2 Spannungsmessung

Abmaße der Kabel wurden grob ausgemessen und zurechtgeschnitten. Die inneren Spannungsmessungskabel sind mit den gleichen Sicherheitslaborsteckern angelötet, die für die Außeninstallation verwendet wurden. Die Sicherheitslaborstecker sind an die Halterungsbacken steckbar.



Abbildung 13: Montierte Batteriehalterung

### 7.2.3 Temperaturmessung

Die 16 Temperaturmesskabel sind als 8 blaue und 8 gelbe Kabel ausgeführt. Sie werden jeweils paarweise mit einem Temperatursensor NTC 5 k $\Omega$  (bei sinkenden Temperaturen steigt der Widerstand) verlötet. Um einen Kurzschluss zu vermeiden wird eine leere Isolierung zwischen die zwei Pole des Temperatursensors geführt und mit einem Schrumpfschlauch fixiert. Der Temperatursensor ist im Betrieb mit einer Fixierungsmethode (Tesa-Band oder Fixierungsmasse) in der Mitte der Batterie an der Oberfläche angebracht.



Abbildung 14: Temperatursensor TS-NTC

### 7.2.4 Stromkabel

Stromkabel die zu den Batteriehalterungen führen sind mit Kabelschuhen angecrimpt und mit Schrumpfschlauch isoliert. Die Kabel haben 2 verschiedene Anschlüsse an die Leitbacken der Halterung.

Der Pluspol (Kabelschuh) wird mit zwei Unterlegscheiben und einer Senkkopfschraube versehen. Ein Schrumpfschlauch fixiert diese Konstruktion. Beide Unterlegscheiben sind angesenkt. Die obere Unterlegscheibe ist mit der gesenkten Seite an den Senkkopf der Schraube anliegend. Die untere Unterlegscheibe wird mit der angesenkten Seite an die positive Seite der Batteriehalterungsbacke geschraubt. Die Batteriehalterungsbacke besitzt auf der positiven Seite ebenso eine



Abbildung 15: Pluspol



45° Fase wie die Senkung. Durch das Verschrauben der zwei Kegelflächen treffen größere Flächen aufeinander im Vergleich zu einfachen Planflächen. Um ein Wegrutschen zu verhindern sind kleinere Aussparungen (als Schraubenkopfdurchmesser) in den Schrumpfschlauch ausgespart.

Der negative Polschuh hat wie auch der positive Polschuh Aussparungen in dem Schrumpfschlauch. Die Aussparung ist genauso groß wie der Durchmesser der Backe. Die Feder fixiert den Kabelschuh indem sie ihn gegen die Batteriehalterungsbacke drückt. Die Batteriehalterungsbacke wird durch eine Kunststoffmutter auf der

Senkschraube  
Unterlegscheibe  
Kabelfuß  
Unterlegscheibe

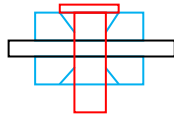


Diagramm 3: Anschlussschuh positive Seite

Rückseite der Acrylrückwand gehalten.



Abbildung 16: Positive Batteriehalterungsbacke

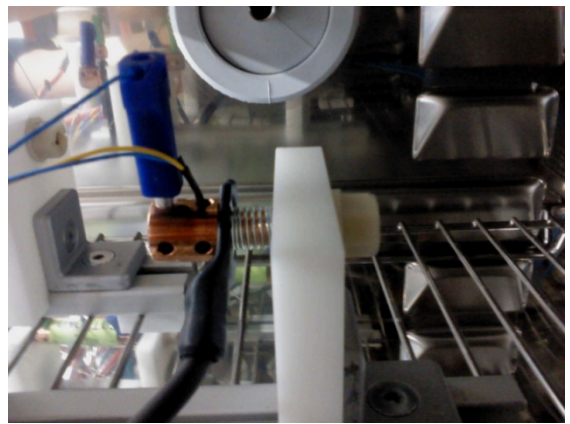


Abbildung 17: Negative Batteriehalterungsbacke

### 7.2.5 Auslegung der Kabel

Für jede Art der Kabel sind Kabelbündel mit Kabelbindern herzustellen. Alle Kabelbündel sind in der Mitte hochzuführen und an die Batteriehalterungen der 1. Ebene und 2. Ebene zu verteilen.

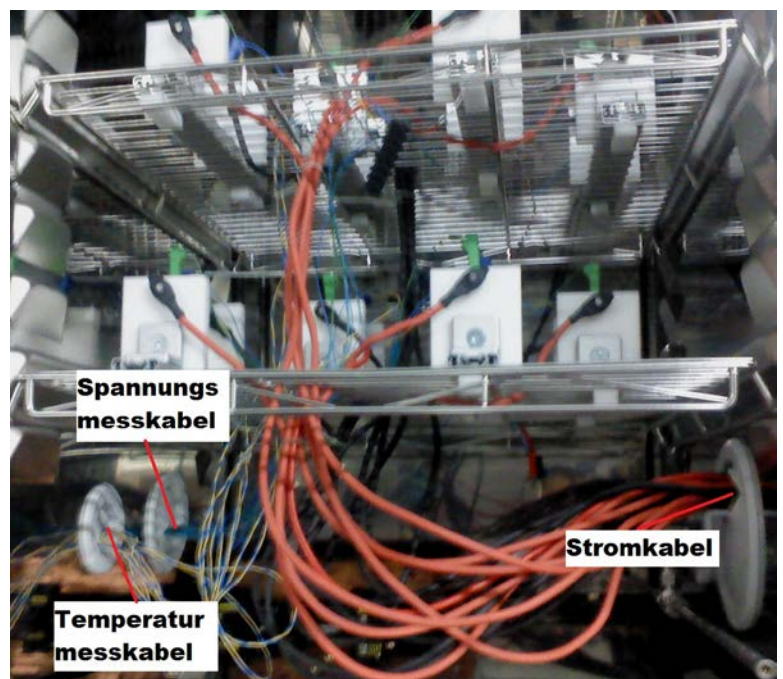


Abbildung 18: Eingang Verteilung

## 8 Kontrollversuch

Der folgende Versuch zeigt die Funktionalität des Klimaschranks/Batteriehalterungen.

Es werden 7 Batterien unterschiedlicher Art getestet.

Die Innentemperatur im Schrank beträgt 25°C

Es wird 1 Lade/Entlade Zyklus gefahren.

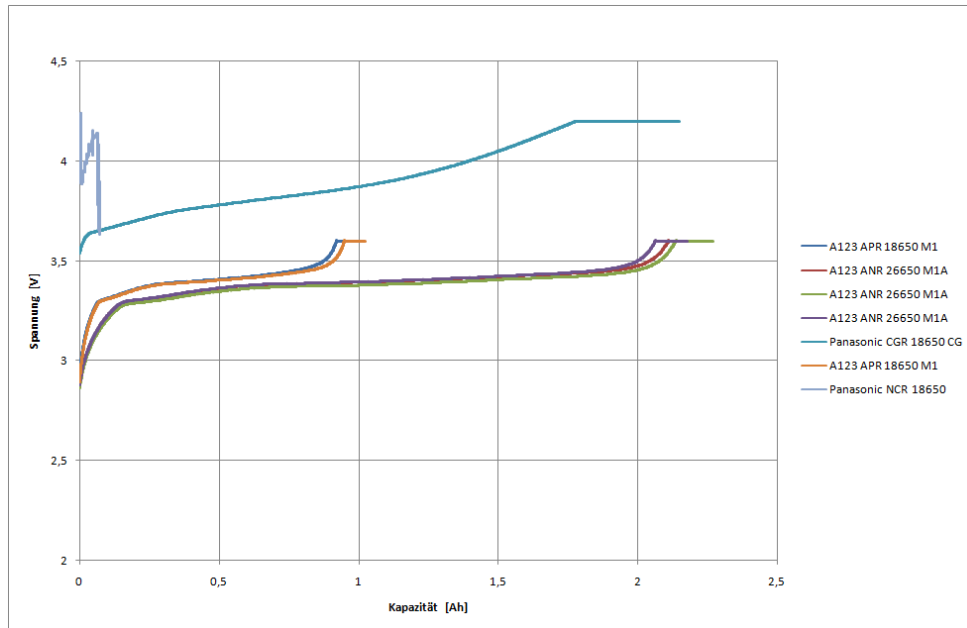


Diagramm 4: Testversuch Laden

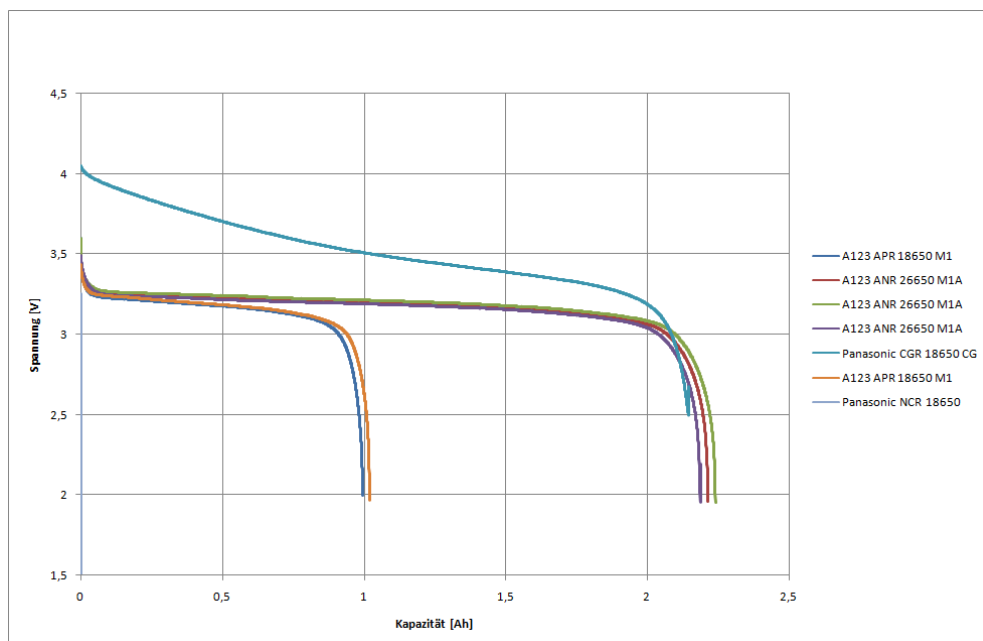


Diagramm 5: Testversuch Entladen

Die Diagramme zeigen eine stabile Verbindung im Laden und Entladen der Spannungsmesskanäle an. Hieraus kann man auch die Stabilität der Stromkabel ablesen da sie den Messstrom liefern.

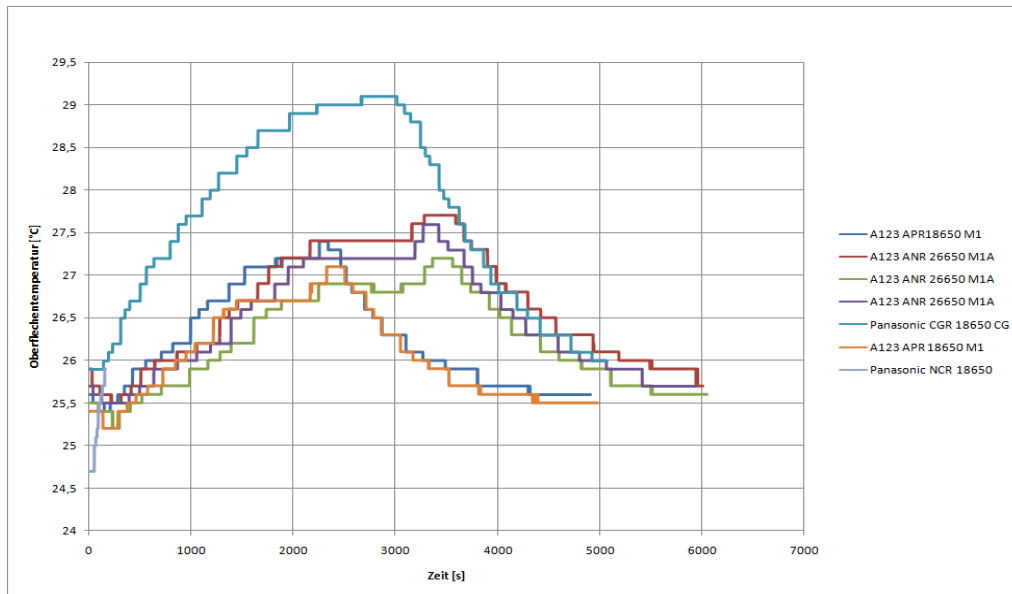


Diagramm 6: Testversuch Temperaturmessung Laden

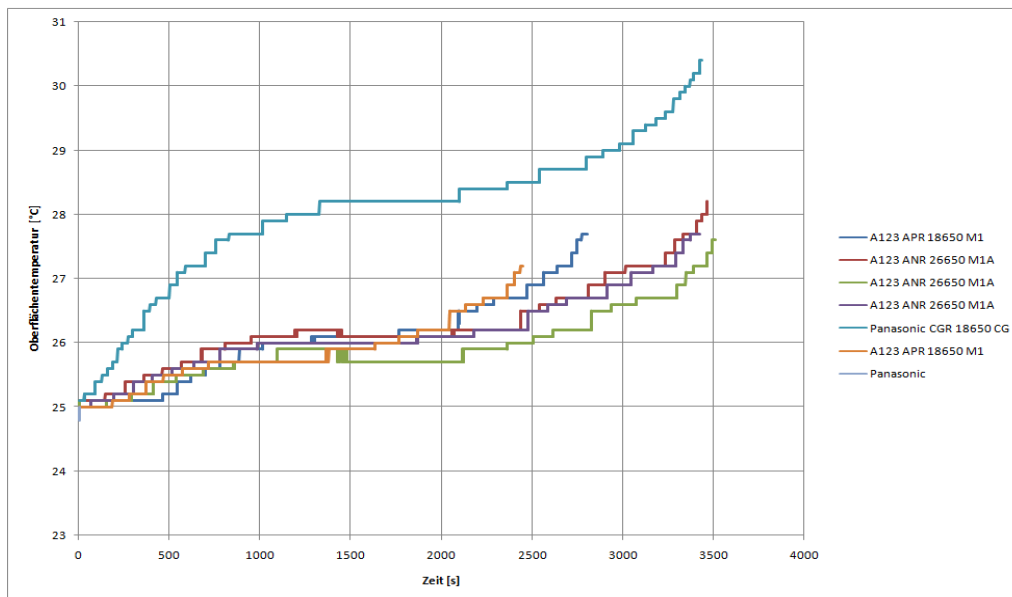


Diagramm 7: Testversuch Temperaturmessung Entladen

Aus den Temperaturmessungen kann man erkennen, dass die Temperaturkanäle stabil arbeiten. Der 8. Kanal wurde nicht besetzt da keine weiteren Prüflinge (Batterien) vorhanden waren. Der 8. Batteriehalter wurde wie auch die anderen Kanäle einer Überprüfung unterzogen. Das Resultat war in allen Kanälen stabil. (Stromkabel, Temperaturmessung und Spannungsmessung)

## 9 Fazit/Danksagung

Im Praxissemester beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) am Institut für Technische Thermodynamik in der Abteilung Elektrochemische Energietechnik gewann ich einen guten Einblick in das Arbeiten an einem Institut und lernte viel über Beschichtungstechniken, Batteriezusammensetzungen, Testmethoden, neue Herstellungsverfahren von Batterie-Kathoden, die Elektrolyse, Thermogravimetrische-Analysen, Kabelinstallationen und das Schreiben von Auswertungsmakros in Microsoft Excel–Visual Basic 6.5 (Applications). Dieser kurze Einblick in die Welt der Forschung und Entwicklung hat mich sehr begeistert und angeregt. Ich kann dieses Praktikum nur jedem weiterempfehlen. Einen besonderen Dank möchte ich an meine Abteilung richten, die mich herzlich aufgenommen hat und sich jede Zeit genommen hat meine aufkommenden Fragen zu beantworten.

### **Abbildungsverzeichnis**

- Abbildung 1: Stromkabelbündel 5
- Abbildung 2: Äußere Kabelführung 5
- Abbildung 3: Spannungs(braun,blau) und Temperaturmesskabelbündel(grau, schwarz) 5
- Abbildung 4: Klimaschrank 9
- Abbildung 5: Sicherheitslaborstecker 9
- Abbildung 6: Spannungsmessungsbuchsen 9
- Abbildung 7: Anordnung der Spannungsmesskabel 9
- Abbildung 8: Temperaturmess-Anschlüsse 10
- Abbildung 9: Kabelschuh isoliert 10
- Abbildung 10: Treppenkonstrukt 10
- Abbildung 11: Konstruktionszeichnung Treppe 10
- Abbildung 12: Einzelbatteriehalterung 10
- Abbildung 13: Montierte Batteriehalterung 11
- Abbildung 14: Temperatursensor TS-NTC 11
- Abbildung 15: Pluspol 11
- Abbildung 16: Positive Batteriehalterungsbacke 12
- Abbildung 17: Negative Batteriehalterungsbacke 12
- Abbildung 18: Eingang Verteilung 12